

NL 021177.
 29 Nov.
 2002

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-357547

(P2001-357547A)

(43) 公開日 平成13年12月26日 (2001. 12. 26)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト* (参考)
G 1 1 B 7/09		G 1 1 B 7/09	D 5 D 1 1 8
7/135		7/135	Z 5 D 1 1 9

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-176231(P2000-176231)

(22) 出願日 平成12年6月13日 (2000. 6. 13)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 藤田 和弘

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(74) 代理人 100079843

弁理士 高野 明近 (外2名)

Fターム(参考) 5D118 AA13 BA01 CC12 CG38 CG39

FA04 FC05

5D119 AA08 BA01 CA05 CA06 FA05

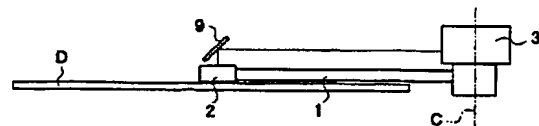
LB01 MA06

(54) 【発明の名称】 光ディスク装置

(57) 【要約】

【目的】 磁気ディスク記録装置で用いられているスライダ機構を用いて光ディスクに記録された情報を読み取る光ディスク装置において、読み取りヘッドを軽量に構成し、より高速に読み取りヘッドを移動する。

【構成】 スライダ2を先端に有する支持アーム1の回転中心Cが光ディスクDの外側に設定されており、スライダ2に設けられた集光ユニット10が光ディスクD上をスライドし、必要なトラッキング駆動、浮上制御、フォーカサーボ等を行い、集光スポットを得る。光源・検出ユニット3は、集光ユニット10と分離して、半導体レーザ4が支持アーム1の回転中心Cに一致するように配置される。半導体レーザ4の発光面が支持アーム1と一体となって回転し、コリメータ光線を常に集光ユニット10の方向に効率よく導く。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 先端にスライダを有しディスク状記録媒体の外部に回転中心を有する支持体と、光源とコリメータレンズで形成された光源ユニットと、前記ディスク状記録媒体に記録された情報を検出する検出ユニットと、前記コリメータレンズでコリメートされた光束を集光し微小スポットを形成する集光レンズで形成された集光ユニットと、該集光ユニットの方向に前記コリメートされた光束の光軸を変更する反射部材と、前記集光ユニットを前記ディスク状記録媒体の記録トラックに追従させる集光ユニット駆動機構とからなり、前記スライダに前記集光ユニットを配設し、前記支持体が回転することにより前記集光ユニットが前記ディスク状記録媒体の盤面上を移動する光ディスク装置において、前記光源の発光点が前記支持体の回転中心に配置され、前記回転中心から前記スライダに向かう方向に前記コリメートされた光束の光軸を設定したことを特徴とする光ディスク装置。

【請求項2】 前記光源ユニットを前記支持体と分離して前記支持体の回転中心上に固定して配置するとともに、偏光ビームスプリッタを前記支持体の回転中心上に配設することにより前記コリメートされた光束を前記集光ユニット方向に折り曲げ、前記集光ユニットへ光路を導くことを特徴とする請求項1記載の光ディスク装置。

【請求項3】 前記光源ユニット及び検出ユニットを前記支持体と分離して前記支持体の回転中心上に固定して配置するとともに、第2の反射部材を前記支持体の回転中心に配設することにより前記コリメートされた光束を前記集光ユニット方向に折り曲げ、前記集光ユニットへ光路を導くことを特徴とする請求項1記載の光ディスク装置。

【請求項4】 前記反射部材はプリズムであることを特徴とする請求項1乃至3いずれかに記載の光ディスク装置。

【請求項5】 前記反射部材は互いに90度をなしたルーファミラーであることを特徴とする請求項1乃至3いずれかに記載の光ディスク装置。

【請求項6】 前記反射部材は互いに90度をなしたルーファプリズムであることを特徴とする請求項1乃至3いずれかに記載の光ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は光ディスク装置に関し、さらに詳しくは、光ディスク等のディスク状記録媒体に記録された情報を読み取る読み取りヘッドを軽量とすることにより、高速にシーク駆動、トラッキング駆動が可能な光ディスク装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の光ディスク装置の構成例を図13、図14に示す。ディスク状記録媒体上に記録され

た、微小凹凸形状や反射率の異なる微小領域を読み取る従来の光ディスク装置において、スライダヘッド機構102は、図14に示すようにディスクDの外部の回転中心Cの回りに回転するように支持されたアーム101の先端部に設けられている。ここで、スライダヘッド機構102は、磁気記録装置で用いられているスライダ機構で、ディスクDの回転時にディスクDとスライダ102間のくさび状の隙間に空気が押し込まれることにより浮上力が発生する機構で、読み取りヘッドはディスクDと無接触で情報の読み取りが可能である。

【0003】 読み取りヘッド102は、図13に示すように、直線偏光の半導体レーザ光源(LD)103とコリメータレンズ104で形成された光源部105、偏光ビームスプリッタ106と光源波長に対応した1/4波長板107で形成された光アイソレータ108、対物レンズ109とソリッドイマージョンレンズ110で形成された集光ユニット111、反射光を検出するための検出用集光レンズ112とフォトダイオード(PD)113で形成された光検出部114等から構成されている。また、必要に応じて半導体レーザ光源103は図示しないくさび形プリズムにより、円形ビームに整形され、より効果的に集光されることもある。半導体レーザ光源(LD)103から出た光束は、コリメータレンズ104で平行光にされ、偏光ビームスプリッタ106と1/4波長板107で構成された光アイソレータ106を通過して直線偏光から円偏光に変わる。光ディスクDの記録面で反射する際に円偏光の旋回方向が変化し、1/4波長板107を通過すると、紙面に対して垂直な光となる。さらに、偏光ビームスプリッタ106で反射してフォトダイオード(PD)113へ向かって進行し、集光レンズ112で集光されてフォトダイオード(PD)113に入射する。

【0004】 この従来の光ディスク装置の構成では、光の回折限界によりスポットサイズは光の波長程度までしか得られない。スポットサイズは次のように表すことができる。

$$w \propto \lambda / \sin \theta' \dots\dots\dots (1)$$

ここで θ' は対物レンズの出射角で、レンズのNA(開口数)とは $NA = \sin \theta'$ という関係がある。 λ は光源の波長である。

【0005】 そこで、顕微鏡の液浸法のように対物レンズと記録媒体の間にもう一つの半球形レンズ(ソリッドイマージョンレンズ)を入れた構成にして実効的なNAを上げるという方法がStanford大のKinoらによって紹介された。これは、ソリッドイマージョンレンズ(SIL)を記録媒体に対して波長以下に近接させることにより、このレンズの端面に集光したスポットサイズはレンズの屈折率の逆数に比例することを利用したものである。レンズの屈折率を n とすると、スポットサイズは次のようになる。

$$w' \propto \lambda / n \sin \theta' \dots\dots\dots (2)$$

【0006】さらに、このソリッドイマージョンレンズの形状が図13のような超半球状のレンズの場合は、ソリッドイマージョンレンズ表面でスネルの法則が適用されるので、スポットサイズをさらに次のように小さくすることができる。

$$w' \propto \lambda / n^2 \sin \theta' \dots\dots\dots (3)$$

【0007】この構成では記録面とソリッドイマージョンレンズの間隔を100nm前後と光の波長以下に近接させなくてはならず、従来技術である磁気ヘッド等に用いられている高速回転する記録媒体上を数十nmのギャップを設けて浮上させる技術を利用することによって実現できる。図14にはこのスライダヘッド機構図を示した。しかしながら、光記録のためには、対物レンズやソリッドイマージョンレンズ(SIL)等の光学部品をスライダの先端ヘッド部分に設定する必要があるが、LD光源コリメート光学系、さらに検出光学系、検出素子(PD)等をこのヘッドに集約する必要がある。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、磁気ディスク記録装置で用いられているスライダ機構を採用した集光素子ユニットの駆動機構に関して、光源ユニットや検出ユニットを集光ユニットと分離して配置することにより、より高速なスライダの移動ができ、記録媒体上の記録トラックをより高速にシークし、また記録トラック追従を行うことができる光ディスク装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を解決するためになされたものであって、その第1の技術手段は、先端にスライダを有しディスク状記録媒体の外部に回転中心を有する支持体と、光源とコリメータレンズで形成された光源ユニットと、前記ディスク状記録媒体に記録された情報を検出する検出ユニットと、前記コリメータレンズでコリメートされた光束を集光し微小スポットを形成する集光レンズで形成された集光ユニットと、該集光ユニットの方向に前記コリメートされた光束の光軸を変更する反射部材と、前記集光ユニットを前記ディスク状記録媒体の記録トラックに追従させる集光ユニット駆動機構とからなり、前記スライダに前記集光ユニットを配設し、前記支持体が回転することにより前記集光ユニットが前記ディスク状記録媒体の盤面上を移動する光ディスク装置において、前記光源の発光点が前記支持体の回転中心に配置され、前記回転中心から前記スライダに向かう方向に前記コリメートされた光束の光軸を設定したことを特徴とする。

【0010】第2の技術手段は、第1の技術手段の光ディスク装置において、前記光源ユニットを前記支持体と分離して前記支持体の回転中心上に固定して配置するとともに、偏光ビームスプリッタを前記支持体の回転中心

上に配設することにより前記コリメートされた光束を前記集光ユニット方向に折り曲げ、前記集光ユニットへ光路を導くことを特徴とする。

【0011】第3の技術手段は、第1の技術手段の光ディスク装置において、前記光源ユニット及び検出ユニットを前記支持体と分離して前記支持体の回転中心上に固定して配置するとともに、第2の反射部材を前記支持体の回転中心に配設することにより前記コリメートされた光束を前記集光ユニット方向に折り曲げ、前記集光ユニットへ光路を導くことを特徴とする。

【0012】第4の技術手段は、第1～第3の技術手段の光ディスク装置において、前記反射部材はプリズムであることを特徴とする。

【0013】第5の技術手段は、第1～第3の技術手段の光ディスク装置において、前記反射部材は互いに90度をなしたルーフミラーであることを特徴とする。

【0014】第6の技術手段は、第1～第3の技術手段の光ディスク装置において、前記反射部材は互いに90度をなしたルーフプリズムであることを特徴とする。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図1～図12に示す実施例に基づいて説明する。

(実施例1) 図1～図5は、本発明の第1の実施例を示し、図1は光ディスク装置と光ディスクとの関係を示す概略側面図、図2は同じく概略平面図、図3は光ディスク装置の光学系の構成を示す側面図、図4は図3の平面図、図5は図4のスライダ支持体を回転した状態を重ね合わせて示した、光線の様子を示す平面図である。第1の実施例の光ディスク装置は、先端にスライダ2を有する支持アーム1、光源・検出ユニット3、反射部材9、集光ユニット10等からなる。スライダ2は、磁気記録装置で用いられている公知のスライダ機構で、ディスクDの回転時にディスクDとスライダ2の隙間に空気が押し込まれることにより浮上力が発生し、無接触で読み取りが可能である。光源・検出ユニット3は、直線偏光の半導体レーザ(LD)4、半導体レーザ(LD)4からなる光源に適したコリメータレンズ5、偏光ビームスプリッタ(PBS)7、1/4波長板8、検出用集光レンズ13、フォトダイオード(PD)14等を有する。集光ユニット10は、対物レンズ11、ソリッドイマージョンレンズ12等を有し、集光ユニット10によって集光されたスポットが光ディスクDの記録面上に形成される。

【0016】支持アーム1先端のスライダ2には集光ユニット10が配設され、集光ユニット10の上方には、(第1の)反射部材9が配設されている。また、半導体レーザ光源4の発光面は支持アーム1の回転中心Cの近傍に配設されている。半導体レーザ(LD)4から出た光束は、コリメータレンズ5で平行光にされ、偏光ビームスプリッタ7と1/4波長板8で構成される光アイソ

レータ6によって直線偏光から円偏光に変わる。光ディスクDの記録面で反射する際に円偏光の旋回方向が変化し、 $1/4$ 波長板8を通過すると、紙面に対して垂直な光となる。さらに、偏光ビームスプリッタ7で反射し、フォトダイオード(PD)14の方へ進行し、検出用集光レンズ13で集光されてフォトダイオード14に入射する。

【0017】スライダ2を先端に支持する支持アーム2の回転中心Cが光ディスクDの外側に設定されており、この位置を中心としてスライダ機構が駆動し、先端に配設された集光ユニット10が光ディスクD上をスライドし、必要なトラッキング駆動、浮上制御をおこない、必要に応じてフォーカスサーボ等を行うことによって適切な集光スポットを得る。これらは従来技術を利用して実施することができる。

【0018】第1の実施例の特徴として、光源・検出ユニット3は支持アーム1の回転中心Cに配置され、支持アーム1と一体となって光源・検出ユニット3が回転し、常に支持アーム1先端に配設された集光ユニット10の方向に正確にコリメートされた光線を導く。集光ユニット10の上方には(第1の)反射部材9が設定されていることにより、コリメータ光を集光レンズ13に効率よく導くことができる。

【0019】図2に示すように、光ディスクDに記録された情報のトラッキングサーボ、シークのため、支持アーム1は回転中心Cを中心として回転し、集光ユニット10を駆動させることができる。集光ユニット10は、単に対物レンズ11とソリッドイマージョンレンズ12が組み合わせた非常にシンプルな構成であるために、最小限の重量で構成されることが可能である。従って、非常に軽量のヘッドを実現することができ、スライダ2を素早く駆動させ、重量慣性を極力抑えた高速なシーク駆動、トラッキング駆動を実現できる。なお、第1の実施例の光ディスク装置は、これまで提案されている浮上ヘッドの光源、検出系、集光ユニットが一体となってスライダ先端に構成されるものと比較して、非常にシンプルな構成である。

【0020】図4は光ディスク上方から見た図、図5はスライダ2を支持する支持アーム1が回転した場合を重ね合わせて表示した光線の様子を示す図である。支持アーム1の回転中心C上に、光源、たとえば、レーザダイオード(LD)4の発光点を一致させるように配置し、破線で囲った光源・検出ユニット3を支持アーム1とともに回転することにより、集光ユニット10の上方に配置した反射ミラー9に記録ディスクDのどの位置を読み取っていても正確に光を導くことが可能となる。

【0021】(実施例2)図6は、本発明の第2の実施例の構成を示す側面図、図7は図6のスライダを支持する支持アームを回転した状態を重ねて表示した光線の様子を示す平面図である。本発明の第2の実施例は、第1

の実施例における光源・検出ユニット3を、直線偏光の半導体レーザ(LD)4とコリメータレンズ5を有する光源ユニット3aと、偏光ビームスプリッタ7と $1/4$ 波長板8と検出用集光レンズ13とフォトダイオード(PD)14等を有する検出ユニット3bとに分離して独立させ、偏光ビームスプリッタ7を支持アーム1の回転中心Cに配設する構成である。この構成により、光源ユニット3aを回転中心C上方に、支持アーム1から分離した状態で固定されるので、図7に示すように支持アーム1が回転中心Cの回りに回転しても、光源ユニット3aは常に静止していることとなる。

【0022】(実施例3)図8は、本発明の第3の実施例の構成を示す側面図、図9は図8の支持アームを回転した状態を重ね合わせて表示した光線の様子を示す平面図である。第3の実施例は、第1の実施例における光源・検出ユニット3と同様に、直線偏光の半導体レーザ(LD)4、半導体レーザ(LD)4からなる光源に適したコリメータレンズ5、偏光ビームスプリッタ7、 $1/4$ 波長板8、検出用集光レンズ13、フォトダイオード(PD)14等を有するものであるが、支持アーム1に対する取り付け手段が異なる。

【0023】第1の実施例においては、光源・検出ユニット3が支持アーム1に対し直接固定され、コリメータレンズ5の光軸が支持アーム1の回転中心Cから支持アーム1の先端に向かう方向に設定されるものであるが、第3の実施例においては、光源・検出ユニット3が支持アーム1から分離され独立して、またコリメータレンズ5の光軸が支持アーム1の回転中心Cの軸に一致する方向に固定的に設定される。また、半導体レーザ(LD)4から出たレーザ光を支持アーム1の先端に設けられた(第1の)反射部材9の方向に導くため、図8に示すような第2の反射部材15を支持アーム1の回転中心Cに配設する。この構成により、光源・検出ユニット3を支持アーム1の回転中心C上方に独立して固定することが可能となり、図9に示すように支持アーム1が回転中心Cの回りに回転しても、光源・検出ユニット3は常に静止していることとなる。

【0024】(実施例4)図10は、本発明の第4の実施例の要部の構成を示す側面図である。第4の実施例は、光源・検出ユニット3の構成及び支持アーム1との関係において第3の実施例の構成と同様であるが、半導体レーザ(LD)4から出た光の方向を変更する支持アーム1の先端に設けられた第1の反射部材9、及び第2の反射部材15の構成が異なる。すなわち、第4の実施例は第1及び第2の反射部材としてプリズム16、17を用いる。第1のプリズム16は集光ユニット10の上方に設定し、また第2のプリズム17は支持アーム1の回転中心Cに設定し、ともにプリズムの内面反射を利用する。このような構成により、第1、第2の反射部材としての反射ミラーのように特別な波長対応の反射膜を形

成することなく、全反射を利用できるので、より高効率な集光を行うことが可能となる。また、第3の実施例に示した支持アーム1の回転中心Cに配置した第2のプリズム17を用いることにより、より光利用効率の高い光ディスク装置が実現できる。

【0025】(実施例5)図11は、本発明の第5の実施例の要部の構成を示す側面図及び正面図である。第5の実施例は、光源・検出ユニット3の構成及び支持アーム1との関係において第4の実施例の構成と同様であるが、集光ユニット10の上方に設定する第1の反射部材9の構成が異なる。すなわち、第4の実施例は第1の反射部材9に代えて2枚の反射ミラーを互いに直角に配置したルーフミラー18によって構成する。このような構成により、ルーフミラー18は2回反射するので、同じ方向に反射する再帰反射する機能があり、コリメート光束の方向と同じ方向に反射させることが可能となる。このルーフミラー18を45度だけ傾け、集光レンズ11へ変更させるようにすると、互いに90度をなしている方向のルーフミラー18の配置精度が若干低下しても、光ディスクDの上方からみたコリメート光束の軸は、ずれることなく平行に保たれ、より効率的に集光ユニット10に導くことが可能となる。また、光ディスクDからの反射光量に関しても同様に、検出レンズ系へと有効に導くことが可能となり、より高効率な光学系を形成することが可能となる。

【0026】(実施例6)図12は、本発明の第6の実施例の要部の構成を示す側面図である。第6の実施例は、第4及び第5の実施例における第1の反射部材9に代えて、集光ユニット10の上方に設定した第1の反射部材9を互いに直角になしたルーフプリズム19で構成する。このような構成により、ルーフプリズム19の内部では2回反射する再帰反射機能により、コリメート光束の方向と同じ方向に反射させることが可能となる。このルーフプリズムを45度だけ傾け、集光レンズへ変更させるようにすると、互いに90度をなしている方向のルーフプリズム19の配置精度が若干低下しても、光ディスクDの上方からみたコリメート光束の軸はずれることなく平行に保たれ、より効率的に集光ユニット10に導くことが可能となる。また、光ディスクDからの反射光量に関しても同様に、検出レンズ系へと有効に導くことが可能となり、より高効率な光学系を形成することが可能となる。

【0027】

【発明の効果】本発明は、以上の記載から明らかであるように以下の作用効果を奏する。請求項1に係る発明によれば、集光ユニットは、単に集光レンズを組み合わせただけの非常にシンプルな構成であるために、最小限の重量で構成されることが可能であるので、重量慣性を極力抑えた高速なシーク駆動、トラッキング駆動を実現できる。また、スライダを支持する支持アームの回転中心上に、

光源例えばレーザーダイオード(LD)光源の発光点を一致させるように配置し、光源・検出ユニットを支持アームとともに回転することにより、集光ユニット上方に配置した反射ミラーに記録ディスクのどの位置を読み取っていても正確に光を導くことが可能である。

【0028】請求項2に係る発明によれば、光源ユニットを支持体の回転中心上に固定して配置し、偏光ビームスプリッタを前記支持体の回転中心上に配設することにより、光源ユニットを構成する部品の重量をスライダ支持部材から切り離すことが可能となる。したがって、重量をより軽減することが可能となり、より高速なシーク駆動及びトラッキング駆動を実現できる。

【0029】請求項3に係る発明によれば、光源ユニット及び検出ユニットを支持体の回転中心上に固定して配置し、第2の反射部材を前記支持体の回転中心に配設するので、光源ユニットを構成する部品、及び検出ユニットを構成する部品の重量をスライダ支持体から切り離すことが可能となる。したがって、支持体重量をより一層軽減することができ、集光ユニットのより一層高速なシーク駆動、トラッキング駆動を実現できる。

【0030】請求項4に係る発明によれば、反射部材はプリズムによって形成されるので、反射ミラーには特別な波長対応の反射膜を形成することなく、全反射を利用でき、より高効率な集光を行うことが可能となる。

【0031】請求項5に係る発明によれば、反射部材はルーフミラーによって形成されるので、互いに90度をなしている方向のルーフミラーの配置精度が若干低下しても、光ディスクの上方から見たコリメート光束の軸はずれることなく平行に保たれ、より効率的に集光ユニットに導くことが可能となる。また、光ディスクからの反射光量に関しても同様に、検出レンズ系へと有効に導くことが可能となり、より高効率な光学系を形成することが可能となる。

【0032】請求項6に係る発明によれば、反射部材はルーフプリズムによって形成されるので、互いに90度をなしている方向のルーフプリズムの配置精度が若干低下しても、光ディスクの上方から見たコリメート光束の軸はずれることなく平行に保たれ、より効率的に集光ユニットに導くことが可能となる。また、光ディスクからの反射光量に関しても同様に、検出レンズ系へと有効に導くことが可能となり、より高効率な光学系を形成することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施例によるディスク装置と光ディスクとの関係を示す概略側面図である。

【図2】 本発明の第1の実施例によるディスク装置と光ディスクとの関係を示す概略平面図である。

【図3】 本発明の第1の実施例によるディスク装置の光学系の構成を示す側面図である。

【図4】 本発明の第1の実施例によるディスク装置の

光学系の構成を示す平面図である。

【図5】 本発明の第1の実施例によるディスク装置のスライダ支持体を回転した状態を重ね合わせて表示した光線の様子を示す平面図である。

【図6】 本発明の第2の実施例によるディスク装置の光学系の構成を示す側面図である。

【図7】 本発明の第2の実施例によるディスク装置のスライダ支持体を回転した状態を重ね合わせて表示した光線の様子を示す平面図である。

【図8】 本発明の第3の実施例によるディスク装置の光学系の構成を示す側面図である。

【図9】 本発明の第3の実施例によるディスク装置のスライダ支持体を回転した状態を重ね合わせて表示した光線の様子を示す平面図である。

【図10】 本発明の第4の実施例の要部の構成を示す側面図である。

【図11】 本発明の第5の実施例の要部の構成を示す側面図及び正面図である。

【図12】 本発明の第6の実施例の要部の構成を示す側面図である。

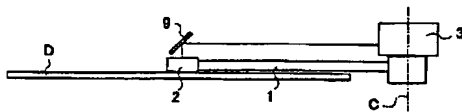
【図13】 従来のディスク装置の光学系の構成を示す側面図である。

【図14】 従来のディスク装置のディスクを含む全体構成を示す平面図である。

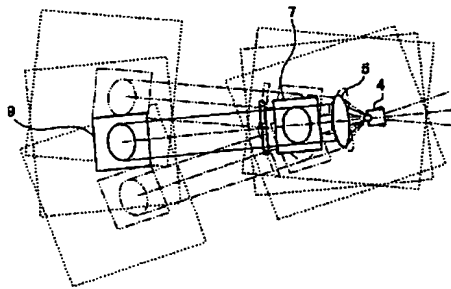
【符号の説明】

1…支持アーム、2…スライダ、3…光源・検出ユニット、3a…光源ユニット、3b…検出ユニット、4…半導体レーザ(LD)、5…コリメータレンズ、6…光アイソレータ、7…偏光ビームスプリッタ(PBS)、8…1/4波長板、9…(第1の)反射部材、10…集光ユニット、11…対物レンズ、12…ソリッドイマージョンレンズ、13…検出用集光レンズ、14…フォトダイオード(PD)、15…第2の反射部材、16…(第1の)プリズム、17…第2のプリズム、18…ルーフミラー、19…ルーフプリズム、C…回転中心、D…光ディスク。

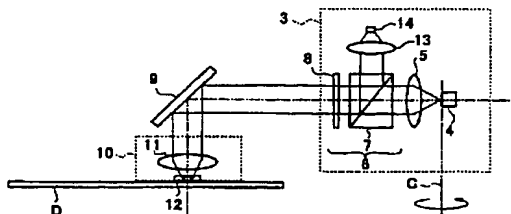
【図1】



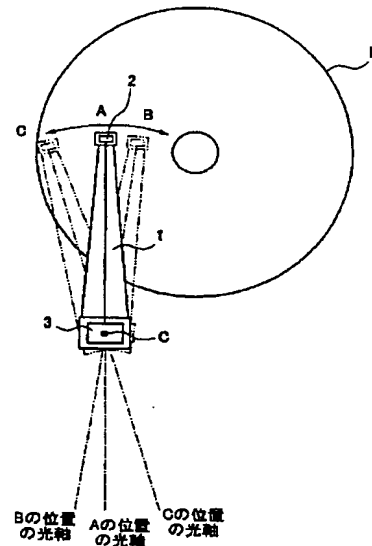
【図5】



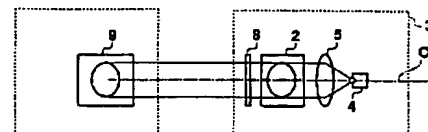
【図3】



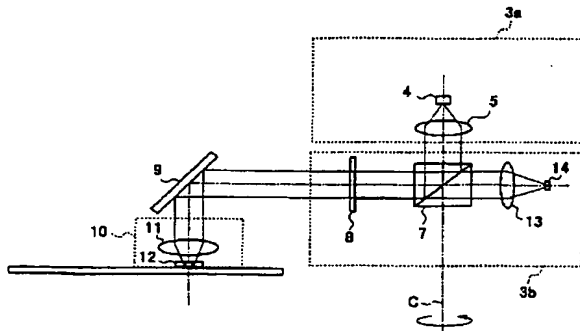
【図2】



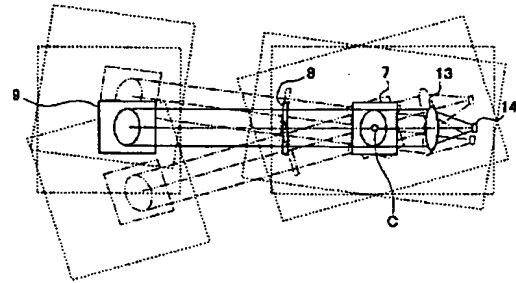
【図4】



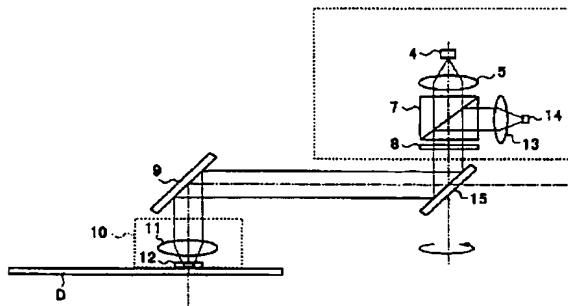
【図6】



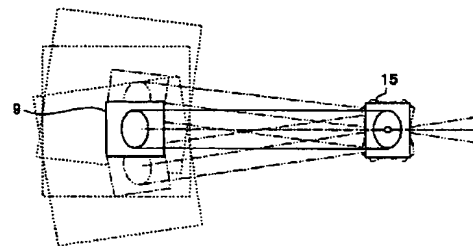
【図7】



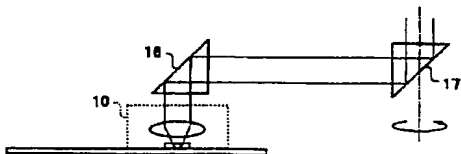
【図8】



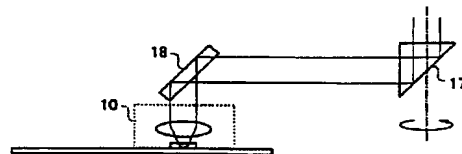
【図9】



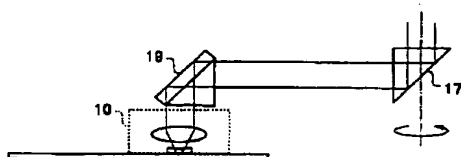
【図10】



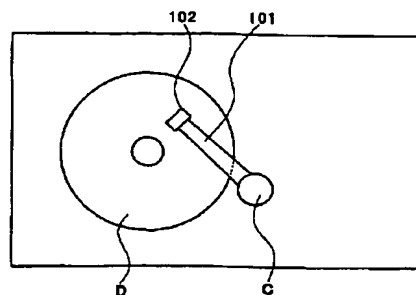
【図11】



【図12】



【図14】



【図13】

